

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 7 日
Date of Application:

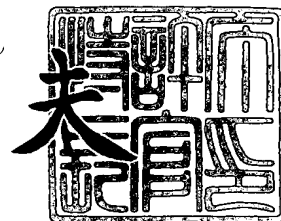
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 8 0 0 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 8 0 0 4]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 TIA2029

【提出日】 平成15年 2月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 27/41

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 小島 大輔

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 児島 孝志

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 原口 寛

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100067596

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 求馬

【電話番号】 052-683-6066

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006334

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105118

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガス濃度検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 チャンバ内に導入される被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出するためのセンサセルと、上記チャンバ内の酸素濃度を検出するためのモニタセルを有するセンサ素子を備え、被測定ガス存在空間に位置する上記センサ素子の外周囲を保護する素子カバーを設けたガス濃度検出装置において、上記素子カバーが有底筒状体で、被測定ガスが流通する複数の側面穴および少なくとも 1 つの底穴を有しており、上記側面穴および上記底穴の径をそれぞれ $\phi 0.5 \sim 1.5$ mm の範囲とするとともに、これらの径の比率（側面穴径／底面穴径）を $0.5 \sim 1.5$ の範囲としたことを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項 2】 上記特定ガス成分が NO_x であり、上記チャンバに面して設けられる上記センサセルの電極が NO_x の還元分解に活性な電極材からなり、上記チャンバに面して設けられる上記モニタセルの電極が NO_x の還元分解に不活性な電極材からなる請求項 1 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 3】 上記複数の側面穴の数を 4 ～ 6 個とした請求項 1 または 2 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 4】 上記複数の側面穴は、周方向に同一面内に位置するように設けた請求項 3 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 5】 上記素子カバーが、それぞれ複数の側面穴および少なくとも 1 つの底穴を有するインナカバーおよびアウトカバーからなる二重構造で、上記インナカバーの上記側面穴および上記底穴の径をそれぞれ $\phi 0.5 \sim 1.5$ mm の範囲とするとともに、これらの径の比率（側面穴径／底面穴径）を $0.5 \sim 1.5$ の範囲とした請求項 1 ないし 4 のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項 6】 上記アウトカバーの上記側面穴および上記底穴の径を上記インナカバーの上記側面穴および上記底穴の径以上とした請求項 5 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 7】 上記アウトカバー体の上記複数の側面穴を、上記インナカバーの上記複数の側面穴よりも底面側に設けた請求項 5 または 6 記載のガス濃度検

出装置。

【請求項 8】 上記チャンバ内に導入される被測定ガス中の酸素を外部に排出または外部から酸素を導入して上記チャンバ内の酸素濃度を調整するポンプセルを備える請求項 1 ないし 7 のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項 9】 上記センサセルおよび上記モニタセルの出力の差から、被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出する請求項 1 ないし 8 のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項 10】 上記チャンバ内において、上記センサセルおよび上記モニタセルを近接させて配置する 1 ないし 9 のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項 11】 上記チャンバに面して設けられる上記センサセルの電極が Pt-Rh 電極であり、上記チャンバに面して設けられる上記モニタセルの電極が Pt-Au 電極である請求項 1 ないし 10 のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体電解質体に設けた複数のセルを用いて被測定ガス中の特定ガス成分、例えば、自動車内燃機関の排ガスに含まれる NO_x 濃度を検出するガス濃度検出装置に関し、詳しくは、検出精度を向上させるための素子カバー構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、地球環境に対する関心が高まり、自動車用内燃機関から排出される排ガスに対する規制が、年々厳しくなっている。この規制に対応するため、排ガス中の有害物質、例えば NO_x 濃度を直接検出し、その検出結果を EGR（排気再循環）システム、触媒システム等にフィードバックすることで、より精密な制御を実現することが期待されている。

【0003】

このようなガス濃度検出装置として、酸素イオン導電性の固体電解質体に形成

した複数のセルを用い、 NO_x 還元に対する活性の違いを利用して NO_x 濃度を検出するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。従来のガス濃度検出装置は、一般に、チャンバー内に導入される排ガス中の酸素を排出または汲み入れるポンプセルと、チャンバー内に残留する酸素濃度に応じた出力を発生するモニタセルと、チャンバー内に残留する酸素および NO_x 濃度に応じた出力を発生するセンサセルにて構成され、例えば、モニタセルにより検出されるチャンバー内の酸素濃度が一定になるように、ポンプセル電圧をフィードバック制御するとともに、センサセルを流れる電流値から排ガス中の NO_x 濃度を検出している。

【0004】

【特許文献1】

特開平9-25576号公報

【0005】

また、チャンバー内は、通常、ポンプセルが設置される第1チャンバーと、センサセルおよびモニタセルが設置される第2チャンバーに区画され、絞り部を介して連結される。このようにすると、センサセルおよびモニタセル近傍の酸素濃度の変動を小さくすることができるが、ポンプセル電圧の変化による第1チャンバー内の酸素濃度変化が、直ちに第2チャンバー内の酸素濃度（モニタセル電流値）に反映されないため、第2チャンバー内の酸素濃度が安定しないおそれがある。そこで、センサセルとモニタセルの出力差から、排ガス中の NO_x 濃度を検出することが提案されており、第2チャンバー内の酸素濃度に依存しないセンサ出力を得ることができるので、検出精度が向上する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、センサセルは NO_x の還元分解に活性なPt-Rh電極を、モニタセルは NO_x の還元分解に不活性なPt-Au電極を、チャンバー側電極として用いており、電極材の酸素に対する反応性（応答性）が異なっている。これは、センサセル電極に含まれるRhが酸素吸蔵性を有し、モニタセルより排ガス中の酸素を取り込みやすいため、酸素変動に対する反応性が鈍くなる。このため、例えば、エンジン運転状態が変化し排ガス中の酸素濃度が変化した時や、第

2チャンバー内の残存酸素濃度の僅かな変動で、センサセルとモニタセルの出力電流にずれが生じる。その結果、双方の出力差が変動し、検出した NO_x 値が変動してしまうことから、精度よく NO_x の検出ができないという問題があった。

【0007】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、電極材の違いによる出力のずれを抑制し、排ガス中の NO_x 等、被測定ガス中の特定ガス成分の検出を精度よく行うことのできるガス濃度検出装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1のガス濃度検出装置は、チャンバ内に導入される被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出するためのセンサセルと、上記チャンバ内の酸素濃度を検出するためのモニタセルを有するセンサ素子を備え、被測定ガスに露出する上記センサ素子の外周囲を保護する素子カバーを設けている。上記素子カバーは有底筒状体で、被測定ガスが流通する複数の側面穴および少なくとも1つの底穴を有しており、上記側面穴および上記底穴の径をそれぞれ $\phi 0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ の範囲とするとともに、これらの径の比率（側面穴径／底面穴径）を $0.5 \sim 1.5$ の範囲としたものである。

【0009】

本発明は、センサセルとモニタセルの出力が、上記素子カバー内のガス流れの影響を受けて変動すること、その変動の大きさがセンサセルとモニタセルとで異なるために出力のずれを生じることに着目し、上記素子カバーの構成、特に、被測定ガスが流通する穴の配置や大きさを規定することで、出力ずれを抑制できることを見出したものである。具体的には、上記素子カバーに複数の側面穴と少なくとも1つの底穴を設けて、側面穴から底穴へ至るガス流れを形成し、これら穴径および径の比率を上記範囲とすると、上記素子カバー内の被測定ガスの流速変動が抑制され、その結果、センサセル、モニタセルの出力脈動を抑制して、検出精度を大きく向上することができる。

【0010】

請求項2の装置では、上記特定ガス成分が NO_x であり、上記チャンバに面し

て設けられる上記センサセルの電極が NO_x の還元分解に活性な電極材からなり、上記チャンバに面して設けられる上記モニタセルの電極が NO_x の還元分解に不活性な電極材からなる。

【0011】

本発明は NO_x 濃度の検出に好適に利用され、例えば、上記センサセルの電極を NO_x 分解活性な電極とし、上記モニタセルの電極を NO_x 分解不活性な電極として、両セルの出力差から NO_x 濃度を、精度よく検出することができる。ただし、これら電極材の違いにより、センサセルとモニタセルの出力にずれが生じやすい問題があり、上記素子カバー構成を適用することで、検出精度を向上させる効果が高い。そして、その結果を用いてEGR、触媒システム等を効果的に制御することができる。

【0012】

請求項3の装置では、上記複数の側面穴の数を4～6個とした。上記側面穴を4～6個とすることで、被測定ガス存在空間内の被測定ガスに対する方向性がなくなり、上記側面穴の向きにより応答性が悪化するのを防止できる。

【0013】

請求項4の装置では、上記複数の側面穴は、周方向に同一面内となるように配置する。このようにすると、上記センサ素子の近傍のガス流れが安定し、流速変動等が生じにくいので、より精度よい検出が可能になる。

【0014】

請求項5の装置のように、上記素子カバーを、それぞれ複数の側面穴および少なくとも1つの底穴を有するインナカバーおよびアウトカバーからなる二重構造とすることもできる。この場合は、上記インナカバーの上記側面穴および上記底穴の径をそれぞれ $\phi 0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ の範囲とするとともに、これらの径の比率（側面穴径／底面穴径）を $0.5 \sim 1.5$ の範囲とすることで、上記効果が得られる。

【0015】

この時、請求項6の装置のように、上記アウトカバーの上記側面穴および上記底穴の径を上記インナカバーの上記側面穴および上記底穴の径以上とすると好ま

しい。これにより、上記インナカバーへのガス流入が妨げられず、上記効果が得やすい。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 の装置では、上記アウトカバー体の上記複数の側面穴を、上記インナカバーの上記複数の側面穴よりも底面側に設ける。このようにすると、被測定ガス中の水分が上記インナカバー内に入るのを防止し、上記センサ素子の被水を防止することができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 8 の装置は、上記チャンバ内に導入される被測定ガス中の酸素を外部に排出または外部から酸素を導入して上記チャンバ内の酸素濃度を調整するポンプセルを備える。

【 0 0 1 8 】

上記ポンプセルを用いると、例えば、上記チャンバ内の被測定ガス中の酸素を外部に排出し、上記チャンバ内を所定の低酸素濃度に制御することができる。よって、被測定ガス中の酸素濃度の変化等の影響を受けにくくなり、被測定ガス中の特定ガス成分の検出が容易になる。

【 0 0 1 9 】

請求項 9 の装置では、上記センサセルおよび上記モニタセルの出力の差から、被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出する。

【 0 0 2 0 】

上記センサセルからは特定ガス成分および残留酸素濃度に応じた出力が、上記モニタセルからは残留酸素濃度に応じた出力が得られるので、その出力の差をとることで、酸素濃度に依存しない出力が得られ、精度よい検出が可能である。この時、両セルの酸素に対する応答性に差があると、出力の差が変動し、検出値が変動するおそれがあるが、本発明では、上記素子カバー構成を採用することにより、これらセルの出力ずれを抑制することができるので、検出精度がさらに向上する。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 0 の装置では、上記チャンバ内において、上記センサセルおよび上記

モニタセルを近接させて配置する。

【0022】

上記モニタセルと上記センサセルとを近接位置に配置すると、上記チャンバ内に酸素分布が生じて、上記モニタセルで検出される酸素濃度は、上記センサセル上における酸素濃度をほぼ正確に反映する。よって、上記チャンバ内の酸素分布の影響を小さくすることができ、より精度よい検出が可能となる。

【0023】

請求項11の装置では、上記チャンバに面して設けられる上記センサセルの電極をPt-Rh電極とし、上記チャンバに面して設けられる上記モニタセルの電極をPt-Au電極とする。

【0024】

上記センサセル電極に含まれるRhは酸素吸蔵性を有し、上記モニタセル電極より酸素変動に対して鈍感となる。このような電極の組み合わせの場合、両者の出力ずれによる検出精度の低下が生じやすく、本発明を適用する効果が高い。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態について図面を基に説明する。図2(a)に示すように、本発明のガス濃度検出装置は、NO_xセンサ101と制御回路102で構成されており、例えば、図3に示す内燃機関（ディーゼルエンジン）200の排気管202に設置されて、排ガス（被測定ガス）中のNO_x（特定ガス成分）濃度を検出する。内燃機関200は、各気筒に共通のコモンレール203を有し、該コモンレール203に蓄圧される高圧燃料を、燃料噴射弁204により対応する気筒内に噴射する構成となっている。また、排気マニホールド205と吸気マニホールド207を連結するEGR通路206が設けられ、該EGR通路206を介して、排ガスの一部が吸気へ還流されるようになっている。

【0026】

排気マニホールド205に続く排気管202には、NO_x吸蔵還元型触媒を担持した後処理装置209と酸化触媒210が配設してあり、排気マニホールド205には、NO_x還元剤となる燃料を排気に添加するための排気燃料添加弁20

8 が設けられる。本発明の NO_x センサ 101 は、酸化触媒 210 の上流位置に設置されて、NO_x 吸蔵還元型触媒通過後の排ガスを取り込み、制御回路 102 は、NO_x センサ 101 からの信号を基に NO_x 濃度を検出して、その検出値を ECU 201 に出力する。ECU 201 は、例えば、検出された NO_x 濃度から、NO_x 吸蔵還元型触媒の劣化診断を行う、あるいは、EGR システムのフィードバック制御を行う。

【0027】

図 2 (a) において、NO_x センサ 101 は、図 2 の排気管 202 壁に固定される筒状ハウジング 105 と、ハウジング 105 内に絶縁保持されるセンサ素子 104 を有し、センサ素子 104 の先端部 (図の下端部) は、ハウジング 105 下端に固定されて排気管 202 内に突出する素子カバー 103 内に収容されている。素子カバー 103 は、側面および底面に設けたガス流通穴から、排気管 202 内の排ガスを取り込むようになっている。ハウジング 105 上端には、側壁に大気口 108 を有する筒状部材 107 が固定される。図 1 (a) のように、素子カバー 103 は有底円筒状で、ガス流通穴は、上部側面に貫設した複数の側面穴 106 a と底面中央に貫設した底穴 106 b からなる。この素子カバー 103 の側面穴 106 a および底穴 106 b の大きさや配置は、本発明の特徴に関するものであり、詳細を後述する。

【0028】

図 2 (b) は、センサ素子 104 の先端部を拡大して示すもので、センサ素子 104 は、排ガスが導入される第 1 チャンバ 120 および第 2 チャンバ 121 と、大気に連通する大気通路 130、131 と、第 1 チャンバ 120 側に設けられるポンプセル 140 と、第 2 チャンバ 121 側に設けられるセンサセル 150 およびモニタセル 160 とを有している。センサセル 150 とモニタセル 160 はセンサ素子 104 の長手方向に隣接して配されている。第 1 チャンバ 120 は第 2 チャンバ 121 と絞り 110 を介して連通しており、第 1 チャンバ 120 には、多孔質拡散層 109 およびピンホール 111 を介して排ガスが導入される。

【0029】

センサ素子 104 は、センサセル 150 およびモニタセル 160 を構成するシ

ート状の固体電解質体 171 の下方に、第 1 チャンバ 120 および第 2 チャンバ 121 を構成するスペーサ 172 を介して、ポンプセル 140 を構成するシート状の固体電解質体 173 を積層し、さらに大気通路 130 を構成するスペーサ 174 およびシート状のヒータ 112 を積層してなる。固体電解質体 171 の上方には、多孔質拡散層 109 および大気通路 131 を構成するスペーサ 175 が積層される。固体電解質体 171、173 は、ジルコニア等の酸素イオン導電性を有する固体電解質からなり、スペーサ 172、174、175 は、アルミナ等の絶縁材料で構成される。多孔質拡散層 109 は多孔質アルミナ等からなる。

【0030】

ポンプセル 140 は、固体電解質体 173 とその上下表面に対向配置された一对の電極 141、142 からなり、第 1 チャンバ 120 内に導入された排ガス中の酸素を大気通路 130 に排出または汲み入れて、第 1 チャンバ 120 内の酸素濃度を調整する。一对の電極のうち第 1 チャンバ 120 側の電極 141 には、 NO_x の還元分解に対して不活性な電極、例えば、Pt-Au 多孔質サーメット電極が、大気通路 130 側の電極 142 には、例えば、Pt 多孔質サーメット電極が好適に使用される。なお、多孔質サーメット電極は、金属成分とジルコニア、アルミナ等のセラミックスをペースト化し、焼成することにより形成される。

【0031】

モニタセル 160 は、固体電解質体 171 とその上下表面に対向配置された一对の電極 161、162 からなり、第 1 チャンバ 120 から絞り 110 を経て第 2 チャンバ 121 内に導入された排ガス中の残留酸素濃度を検出する。一对の電極のうち第 2 チャンバ 121 側の電極 161 には、 NO_x の還元分解に対して不活性な電極、例えば、Pt-Au 多孔質サーメット電極が、大気通路 131 側の電極 162 には、例えば、Pt 多孔質サーメット電極が用いられ、これら電極 161、162 間に、所定の電圧を印加することにより、残留酸素濃度に応じた電流出力が得られる。

【0032】

センサセル 150 は、固体電解質体 171 とその上下表面に対向配置された一对の電極 151、162 からなる。センサセル 150 は、モニタセル 160 に隣

接して設けられ、一对の電極のうち大気通路 131 側の電極 162 はモニタセル 160 と共通電極となっている。センサセル 150 は、第 2 チャンバ 121 内に導入された排ガス中の NO_x 濃度および残留酸素濃度を検出するもので、第 2 チャンバ 121 側の電極 151 には、 NO_x の還元分解に対して活性な電極、例えば、Pt-Rh 多孔質サーメット電極が用いられる。これら電極 151、162 間に、所定の電圧を印加することにより、 NO_x 濃度および残留酸素濃度に応じた電流出力が得られる。

【0033】

ヒータ 112 は、アルミナ等の絶縁材料からなるシート内に、ヒータ電極を埋設してなる。ヒータ電極は、外部からの給電により発熱し、素子全体を加熱して、上記各セル 140、150、160 を活性化温度以上に保持する。

【0034】

上記構成の NO_x センサ 101 の動作原理を説明する。図 2 (b) において、被測定ガスである排ガスは、多孔質拡散層 109、ピンホール 111 を通過して第 1 チャンバ 120 に導入される。導入されるガス量は、多孔質拡散層 109、ピンホール 111 の拡散抵抗により決定される。ここで、ポンプセル 140 の電極 141、142 に、大気通路 130 側の電極 142 が+極となるように電圧を印加すると、第 1 チャンバ 120 側の電極 141 上で排ガス中の酸素が還元分解されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により電極 142 側へ排出される（図の矢印の方向）。印加電圧の向きを逆にすると、大気通路 130 側から第 1 チャンバ 120 側へ酸素が導入される。

【0035】

ポンプセル 140 では、この酸素ポンプ作用を利用し、印加電圧の大きさと向きを調整して酸素を出し入れすることにより、チャンバ内の酸素濃度を制御することができる。通常は、 NO_x 検出時の酸素の影響を小さくするために、第 1 チャンバ 120 に導入される酸素を排出して、第 2 チャンバ 121 内を所定の低酸素濃度に保持する。なお、第 1 チャンバ 120 側の電極 141 は NO_x 不活性電極であるので、ポンプセル 140 において排ガス中の NO_x が分解することはない。

【0036】

本実施の形態では、ポンプセル 140 の制御を、電流検出器 181 で測定されるポンプセル電流 I_p に応じて予め定められた印加電圧マップを用いて行う。ポンプセル 140 は、酸素濃度に対して限界電流特性を有し、ポンプセル印加電圧 V_p とポンプセル電流 I_p の関係を示す $V-I$ 特性図において、限界電流検出域は V 軸に略平行な直線部分からなり、酸素濃度が高いほど電圧値が大きくなる方向にシフトする。従って、ポンプセル電流 I_p に応じてポンプセル印加電圧 V_p を可変制御することにより、第 1 チャンバ 120 に導入された酸素を速やかに排出し、第 1 チャンバ 120 内を所定の低酸素濃度に制御する。これにより、特定ガスである NO_x を検出する際の妨害ガスとなる酸素の影響を小さくできる。

【0037】

ポンプセル 140 近傍を通過した排ガスは、絞り 110 を介して第 1 チャンバ 120 と連通する第 2 チャンバ 121 に流入する。排ガス中に残留する微量の酸素は、モニタセル 160 の電極 161、162 間に、大気通路 131 側の電極 162 が + 極となるように所定の電圧を印加すると、第 2 チャンバ 121 側の電極 161 上で還元分解されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により電極 162 側へ排出される（図の矢印の方向）。電極 161 は NO_x 不活性電極であるため、電流検出器 183 で測定されるモニタセル電流 I_m は、第 2 チャンバ 121 内の電極 161 に到達する酸素量に依存し、 NO_x 量には依存しない。従って、モニタセル電流 I_m を検出することで、残留酸素濃度を検出することができる。

【0038】

一方、センサセル 150 では、第 2 チャンバ 121 側の電極 151 が NO_x 活性電極であるため、電極 151、162 間に、大気通路 131 側の電極 162 が + 極となるように所定の電圧を印加すると、第 2 チャンバ 121 側の電極 161 上で排ガス中の残留酸素および NO_x が還元分解されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により電極 162 側へ排出される（図の矢印の方向）。従って、電流検出器 182 で測定されるセンサセル電流 I_s は、第 2 チャンバ 121 に到達する酸素量および NO_x 量に依存したものとなる。センサセル 150 とモニタセル 160 は第 2 チャンバ 121 内で隣接しており、第 2 チャンバ 121 側の電極 1

51、161に到達する酸素量はほぼ等しいので、センサセル電流 I_s からモニタセル電流 I_m (酸素量分) を減算することで、 NO_x 濃度を検出することができる。

【0039】

このように、隣接配置したセンサセル150とモニタセル160の出力差を用いて NO_x 濃度を検出すると、チャンバ内の酸素量に依存しない出力が得られる。ただし、実際には、センサセル150の電極151 (Pt-Rh) とモニタセル160の第2チャンバ121側の電極161 (Pt-Au) の材質が異なるため、酸素に対する反応性 (応答性) に差が生ずる。特に、センサセル150では、Rhの酸素吸蔵性により酸素を取り込みやすく、酸素変動に対して鈍感となる。逆に、モニタセル160では、チャンバ内の酸素濃度分布等による酸素変動により敏感に反応し、出力脈動が生じやすくなる。このため、センサセル150とモニタセル160の出力差である NO_x 出力が安定しない問題があった。

【0040】

そこで、本発明では、素子カバー103の構造を工夫することにより、素子カバー103内における排ガスの流速変動を抑制し、 NO_x 出力の変動を抑制する。具体的には、素子カバー103に複数の側面穴106aと、少なくとも1つの底穴106bを設け、これら側面穴106aの径および底穴106bの径と、両者の径の比率を所定範囲に規定することで、これを実現することができる。本実施の形態では、図1(a)のように、複数の側面穴106aを、素子カバー103の上端部近傍に設けられ、少なくとも1つの底穴106bは底面中央部に設けられる。この時、図に矢印で示すように、複数の側面穴106aから素子カバー103内部に流入し、底穴106bへ向かう被測定ガスの流れが形成される。このように、複数の側面穴106aは、センサ素子104の検知部となる先端部より上方に配設するとよい。これは、図2に示したように、平板状のセンサ素子104の片面側に排ガスを導入するためのピンホール111を有し方向性が発生するため、この影響を小さくするために、基本的には検知部に対して軸方向 (上下方向) の流れを形成することが望ましい。

【0041】

複数の側面穴 106a は、図 1 (b) のように、周方向の同一面内に配置され、例えば、周方向の 4 箇所にも略等間隔で設けられる。側面穴 106a の数は特に限定されないが、好ましくは 4 ～ 6 個とすることが望ましい。側面穴 106a が 4 個より少ないと、排気管 202 に NO_x センサ 101 を装着した時に (図 3)、排気管 202 内の排ガスの流れに対して方向性が発生し、側面穴 106a 穴の向きによって応答性が悪化するおそれがあるが、4 個以上とすることでこれを防止できる。一方、側面穴 106a を 6 個より多くしても効果に大きな違いはなく、隣接する穴が近接すると加工が難しくなる。図 1 (c) は、複数の側面穴 106a を、周方向の 6 箇所にも略等間隔で設けた例である。なお、複数の側面穴 106a を同一面内に略等間隔で配置すると、NO_x センサ 101 を装着する際に方向性を有さないのが好ましい。側面穴 106a を 6 個より多くしても効果に大きな違いはなく、隣接する穴が近接すると加工が難しくなる。

【0042】

底穴 106b の数は、複数とすることも可能であるが、図 1 (d) に示すように、好ましくは素子カバー 103 の底面中央に 1 個とする。底穴 106b の数を 1 つとすると穴加工が容易になり、後述する穴径の規定により、素子カバー 103 内の流速変動を抑制する効果が容易に得られる。

【0043】

ここで、素子カバー 103 の側面穴 106a の径、および底穴 106b の径について検討する。図 4 は、図 1 (a) の素子カバー 103 構成で、側面穴 106a を 4 個、底穴 106b を 1 個設けた時の、穴径とセンサ素子 104 の出力特性の関係を示したものである。この時、側面穴 106a と底穴 106b は同じ径とし (側面穴径/底穴径 = 1)、それぞれ $\phi 0.3 \sim 2 \text{ mm}$ の範囲で変化させて、NO_x 出力の脈動幅と応答時間を測定した。図 4 に示されるように、側面穴 106a および底穴 106b の径が大きくなるほど応答時間は短くなるが、逆に、出力脈動幅は大きくなっている。具体的には、側面穴 106a および底穴 106b の径が $\phi 0.5 \text{ mm}$ より小さいと応答性が急激に悪化し、また、径が $\phi 1.5 \text{ mm}$ を超えると出力脈動幅が増大する。図中に、例えば排ガス中の NO_x を所望の精度で検出するために必要な出力脈動幅と応答性の限界値を示しており、従って

、これらを両立させるには、側面穴 106 a および底穴 106 b の径を $\phi 0.5 \sim 1.5$ mm の範囲とするとよいことが分かる。

【0044】

次に、側面穴 106 a と底穴 106 b の径の比率について検討する。図 5 は、図 1 (a) の素子カバー 103 構成で、側面穴 106 a を 4 個、底穴 106 b を 1 個設け、それぞれの穴径を下記表 1 のように変更した時の NO_x 出力の脈動幅を測定したものである。側面穴 106 a および底穴 106 b の径の比率（側面穴径／底穴径）と出力脈動幅の関係は、図 5 に示される通りであり、径の比率が約 1.0 の付近で出力脈動幅が最も低減し、それより小さくても大きくても出力脈動幅が増加している。従って、図中に示す NO_x 出力脈動幅の限界値から、（側面穴径／底穴径）を 0.5～1.5 の範囲に規定するとよいことが分かる。

【0045】

【表 1】

側面穴径 (mm)	$\phi 0.5$	$\phi 0.5$	$\phi 1$	$\phi 1.5$	$\phi 1.5$
底穴 (mm)	$\phi 1.5$	$\phi 1$	$\phi 1$	$\phi 1$	$\phi 0.75$
側面穴径／底穴径	0.33	0.5	1	1.5	2

【0046】

従来のガスセンサに用いられる素子カバーは、カバー内外のガス交換を速やかに行い、高応答性を得るためにガスが流通する穴径を大きく設定する傾向があった（例えば、側面穴の径を $\phi 2.5$ mm、底穴の径を $\phi 2$ mm 程度）。ところが、従来の素子カバー構成では、素子カバー内に流速変動が生じやすく、NO_x センサのようにセンサセルとモニタセルの出力応答性が異なる場合には、センサセルに比べてモニタセルの出力脈動が大きくなるために、NO_x 出力が変動する。これに対し、本発明では、側面穴 106 a と底穴 106 b の径および径の比率を

適正範囲とすることで、素子カバー 103 内部へ導入される排ガスの流れに急激な変化が生じるのを抑制できる。すなわち、素子カバー 103 内の流速変動が抑制される結果、センサ素子 103 のセンサセル 150 とモニタセル 160 の出力脈動が抑制され、これらの差として求められる NO_x 出力の検出精度が向上するものと考えられる。

【0047】

図 6 に、本発明の第 2 の実施の形態として示すように、素子カバー 103 を二重構造とすることもできる。図 6 (a) において、素子カバー 103 は、インナカバー 103 a と、その外周囲を覆うアウトカバー 103 b とからなる。インナカバー 103 a は、上記第 1 の実施の形態における素子カバー 103 と同一構成で、上端部近傍に複数の側面穴 106 a と、底面中央部に少なくとも 1 つの底穴 106 b を有している。側面穴 106 a の径と底穴 106 b の径をそれぞれ $\phi 0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ とし、径の比率（側面穴径／底穴径）を $0.5 \sim 1.5$ の範囲とする点も同様とする。

【0048】

アウトカバー 103 b は、インナカバー 103 a よりやや大径の有底筒状体からなり、複数の側面穴 106 c と少なくとも 1 つの底穴 106 d を有している。複数の側面穴 106 c は、アウトカバー 103 b の下端部近傍の側面に設けられ、少なくとも 1 つの底穴 106 d は底面中央部に設けられる。これら穴径は、インナカバー 103 a の複数の側面穴 106 a または底穴 106 b の径と同等以上、好ましくはインナカバー 103 a の径より大きくする。これにより、インナカバー 103 a 内へのガス流れが妨げられず、インナカバー 103 a の穴径および径の比率を規制することにより、上記第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。複数の側面穴 106 c をアウトカバー 103 b の下端部に設けるのは、センサへの被水を考慮したためで、インナカバー 103 a の複数の側面穴 106 a よりも素子先端側に設けると、図 6 (a) に示すようにアウトカバー 103 b 内のガス流れが上向きとなるので、インナカバー 103 a 内に水分が侵入するのを防止できる。

【0049】

インナカバー 103 a の複数の側面穴 106 a およびアウトカバー 103 b の複数の側面穴 106 c の数は、第 1 の実施の形態と同様、好ましくは 4 ～ 6 個とする。図 6 (b)、(c) は、側面穴 106 a または側面穴 106 c の数を 4 個ないし 6 個とした例で、このように複数の側面穴を同一面内に均等配置すると好ましい。インナカバー 103 a の複数の側面穴 106 a とアウトカバー 103 b の複数の側面穴 106 c の数は、好ましくは同数とする。インナカバー 103 a の底穴 106 b およびアウトカバー 103 b の底穴 106 d の数も、第 1 の実施の形態と同様で、図 6 (d)、(e) のように、好ましくは底面中央に 1 個設けるのがよい。

【0050】

本実施の形態における NO_x センサ 101 の構成と基本作動は、上記第 1 の実施の形態と同様であり、インナカバー 103 a の穴径と径の比率およびアウトカバー 103 b の穴径を適切に設定することで、NO_x センサ 101 の被水を防止し、応答性を悪化させることなく NO_x 検出精度を向上することができる。

【0051】

図 7 に本発明の効果を示す。上記図 6 の第 2 の実施の形態の構成において、インナカバー 103 a およびアウトカバー 103 b の穴径を以下のようにし、モデルガスを用いた NO_x 検出試験を行った。図 7 (a)、(b) に、センサセル電流 I_s、モニタセル電流 I_m を、図 7 (c) に NO_x 出力 (= センサセル電流 I_s - モニタセル電流 I_m) をそれぞれ示す (対策後)。

インナカバー 103 a 側面穴 106 a : $\phi 1.0 \text{ mm} \times 4 \text{ 個}$

底穴 106 b : $\phi 1.0 \text{ mm} \times 1 \text{ 個}$

アウトカバー 103 b 側面穴 106 c : $\phi 1.5 \text{ mm} \times 4 \text{ 個}$

底穴 106 d : $\phi 1.5 \text{ mm} \times 1 \text{ 個}$

また、比較のため、従来の素子カバー構成によるセンサセル電流 I_s、モニタセル電流 I_m と NO_x 出力を、図 7 (a) ～ (c) にそれぞれ併記した (対策前)。従来の素子カバーのインナカバーおよびアウトカバーの穴径は以下のようにした。

インナカバー 側面穴 : $\phi 2.5 \text{ mm} \times 4 \text{ 個}$

底穴： $\phi 2.0\text{ mm} \times 1\text{ 個}$

アウトカバー 側面穴： $\phi 2.5\text{ mm} \times 4\text{ 個}$

底穴： $\phi 2.0\text{ mm} \times 1\text{ 個}$

【0052】

図7 (a)、(b) に示されるように、対策前においては、センサセル電流 I_s に対してモニタセル電流 I_m が大きく変動しており、そのため、 NO_x 出力も変動が大きい。これに対し、素子カバー 103 の穴径および径の比率を適正範囲とした場合（対策後）は、図のようにモニタセル 160 の出力脈動が抑制されるために、センサセル電流 I_s とモニタセル電流 I_m の差で表される NO 出力の脈動幅が小さくなり、 NO_x 濃度を精度よく検出できることがわかる。

【0053】

以上のように、センサセル 150 とモニタセル 160 の酸素反応性が異なる NO_x センサ 101 において、素子カバー 103 の穴径と径の比率、穴の配置等を最適化することで、センサセル 150 とモニタセル 160 の電流出力応答を略一致させ、 NO_x の検出精度を大きく向上できる。特に、上記各実施の形態のように、センサセル 150 とモニタセル 160 の出力差を検出値とするセンサに適用すると、応答性の違いによる出力ずれの解消により効果的である。

【0054】

ここで、 NO_x センサ 101 構成は、上記第1、第2の各実施の形態の構成（図1）に限るものではなく、例えば、図8に第3の実施の形態として示す構成とすることもできる。上記第1、第2の各実施の形態では、センサセル 150 とモニタセル 160 を素子の長手方向に隣合うように配設したが、図8 (a)、(b) のように、本実施の形態におけるセンサ素子 104 は、センサセル 150 とモニタセル 160 が、素子の長手方向の同等位置に、略対称に配置してある。その他の構成および基本的な作動は上記第1、第2の各実施の形態と同様である。

【0055】

第2チャンバ 121 内の酸素濃度分布は、排ガスの導入経路に沿った方向、ここでは素子の長手方向で生じやすいが、本実施の形態の配置とすると、第2チャンバ 201 のガス流れに対してセンサセル 150 とモニタセル 160 が同等位置

となる。このため、酸素濃度分布によらず、センサセル 150 の電極 151 とモニタセル 160 の電極 161 上の酸素濃度が同じになる。従って、第 2 チャンバ 121 内の残留酸素に対するセンサセル 150 とモニタセル 160 の感度を同じくすることができ、より精度の高い検出が可能になる。

【0056】

また、上記各実施の形態では、センサセル 150 とモニタセル 160 の電流出力の差から NO_x を検出する NO_x センサ 101 を用いたが、本発明を、それ以外の NO_x センサ 101 に適用することもできる。これを、図 9 に第 4 の実施の形態として示す。

【0057】

図 9 において、センサ素子 104 は、ジルコニア等の固体電解質体 176、177、178 を順に積層して、その内部に第 1 チャンバ 120、第 2 チャンバ 121 を形成しており、多孔質抵抗層 117、118 を通って排ガスが導入されるようになっている。第 1 チャンバ 120 には、第 1 ポンプセル 143 とモニタセル 160 が、第 2 チャンバ 121 には、センサセル 150 と第 2 ポンプセル 146 が設けられる。第 1 ポンプセル 143 は固体電解質体 176 の上下表面に一对の電極 144、145 を有し、モニタセル 160 は、固体電解質体 178 の上下表面に一对の電極 161、116 を有する。電極 116 は大気通路 132 に面する大気電極で、センサセル 150、第 2 ポンプセル 146 と共通電極となっている。センサセル 150 は、固体電解質体 178 の上下表面に一对の電極 151、116 を有し、第 2 ポンプセル 146 は、固体電解質体 176 下面の電極 147 と大気電極 116 からなる。大気通路 132 の下方にはヒータ 112 が設けられる。

【0058】

上記構成において、排ガスは多孔質抵抗層 117 を通って第 1 チャンバ 120 に導入され、ガス中の大部分の酸素は、第 1 ポンプセル 143 によって排気側へ排出される。この時、第 1 チャンバ 120 内の酸素濃度は、モニタセル 160 の電極 161、116 間に生じる起電力 V_m によって検出され、この検出値が所定の一定値になるように、第 1 ポンプセル 143 への印加電圧 V_{p1} を制御するこ

とで、第1チャンバ120内を所定の低酸素濃度とする。排ガスは、さらに多孔質抵抗層118を通して第2チャンバ121に導入され、ガス中の残留酸素は、第2ポンプセル146により分解されて大気通路132へ排出される。第2ポンプセル146の印加電圧 V_{p2} は、第2ポンプセル146を流れる電流 I_{p2} に応じて制御される。 NO_x は、センサセル150に所定の電圧 V_s を印加することにより、チャンバ側の電極151上で分解されて大気通路132へ排出される。その際、センサセル150に流れる電流 I_s が NO_x 濃度として検出される。

【0059】

このように、モニタセル160の電圧出力(V_m)によって第1ポンプセル143への印加電圧 V_{p1} を制御する構成においても、上記第1、第2の実施の形態で示した素子カバー103を用いることができる。ここで、本実施の形態では、モニタセル160の電圧出力(V_m)によって第1ポンプセル143への印加電圧 V_{p1} を制御するように構成されており、センサセル150との出力差を算出して NO_x 濃度とする上記第1、第2の実施の形態とは異なるが、センサセル150とモニタセル160の出力特性(例えば、酸素濃度を縦軸、時間を横軸とする)は、上記図7とほぼ同じになる。つまり、モニタセル160の酸素に対する反応性が大きいために、これを基に第1ポンプセル143を制御すると、第1チャンバ120内の酸素濃度が安定せず、結果的にセンサセル150の出力に影響を及ぼすおそれがある。そこで、本実施の形態においても、上記第1、第2の実施の形態で示した素子カバー103構成を採用することにより、同様の効果が得られる。

【0060】

図10に本発明の第5の実施の形態を示す。本実施の形態の構成は、上記第4の実施の形態とほぼ同様であり、第1チャンバ120に、第1モニタセル163を設けるとともに、第2チャンバ121に、第2モニタセル164を設けた点でのみ異なっている。第1モニタセル163の電極は、第1ポンプセル143と共通の電極144と大気電極116からなり、第2モニタセル164の電極は、第2ポンプセル146と共通の電極147と大気電極116からなる。

【0061】

この構成では、第1モニタセル163の電極144、116間に生じる起電力 V_{m1} によって、第1チャンバ120内の酸素濃度を検出し、第1ポンプセル143への印加電圧 V_{p1} を制御するとともに、第2モニタセル164の電極147、116間に生じる起電力 V_{m2} によって、第2チャンバ121内の酸素濃度を検出し、第2ポンプセル146への印加電圧 V_{p2} を制御するようになっている。この構成においても、上記第1、第2の実施の形態の素子カバー103構成を採用することにより、同様の効果が得られる。

【0062】

上記各実施の形態では、排ガス中に含まれる NO_x 濃度の検出に本発明を適用する構成について説明したが、本発明は、 NO_x 以外の特定ガス成分を検出するガス濃度検出装置にも適用可能である。また、内燃機関の排ガス以外のガスを被測定ガスとすることもできる。

【0063】

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態を示し、(a)はガス濃度検出装置の主要部断面図、(b)、(c)は(a)のA-A線断面図で素子カバーの横断面図、(d)は素子カバーを底面から見た図である。

【図2】

(a)は第1の実施の形態におけるガス濃度検出装置の全体構成図、(b)は(a)のC部拡大図でセンサ素子先端部の模式的断面図である。

【図3】

本発明のガス濃度検出装置を適用した内燃機関の概略構成図である。

【図4】

第1の実施の形態のガス濃度検出装置における側面穴、底穴径と NO_x 出力脈動幅および NO_x 応答時間との関係を示す図である。

【図5】

側面穴径／底穴径と NO_x 出力脈動幅の関係を示す図である。

【図6】

本発明の第2の実施の形態を示し、(a)はガス濃度検出装置の主要部断面図、(b)、(c)は(a)のA-AまたはB-B線断面図でインナカバーまたはアウトカバーの横断面図、(d)、(e)はそれぞれアウトカバー、インナカバーを底面から見た図である。

【図7】

(a)～(c)は本発明の素子カバーによる対策前と対策後のモニタセル電流、センサセル電流およびNO_x出力をそれぞれ示す図である。

【図8】

第3の実施の形態におけるガス濃度検出装置構成を示し、(a)はNO_xセンサのセンサ素子先端部の模式的断面図、(b)は(a)のD-D線断面図である。

【図9】

第4の実施の形態におけるNO_xセンサのセンサ素子先端部の模式的断面図、である。

【図10】

第5の実施の形態におけるNO_xセンサのセンサ素子先端部の模式的断面図、である。

【符号の説明】

- 101 NO_xセンサ
- 102 制御回路
- 103 素子カバー
- 103a インナカバー
- 103b アウトカバー
- 104 ガスセンサ素子
- 106a、106c 側面穴
- 106b、106d 底穴
- 110 絞り
- 111 ピンホール
- 120 第1チャンバ

1 2 1 第 2 チャンバ

1 3 0、1 3 1 大気通路

1 4 0 ポンプセル

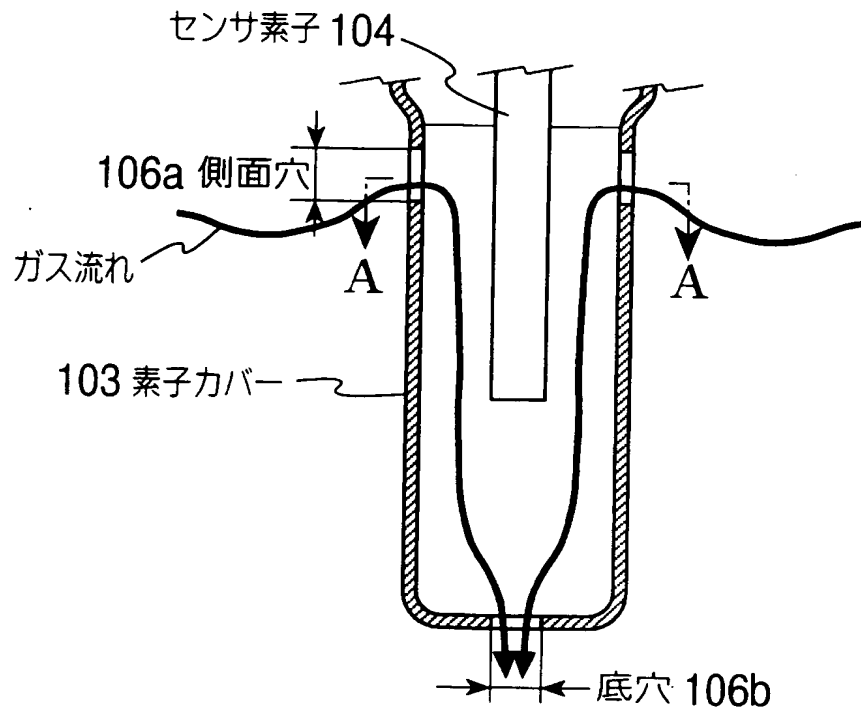
1 5 0 センサセル

1 6 0 モニタセル

【書類名】 図面

【図 1】

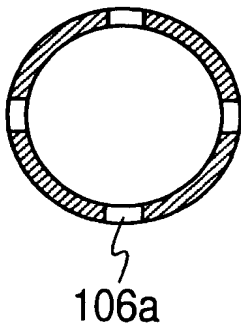
(a)



- ・ 側面穴径、底穴径 = $\phi 0.5 \sim 1.5$
- ・ (側面穴径) / (底穴径) = $0.5 \sim 1.5$

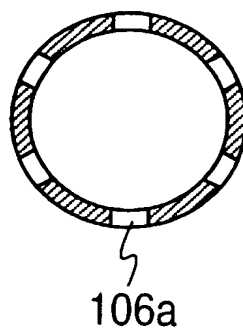
(b)

<断面 A>



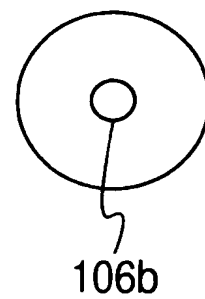
(c)

<断面 A>



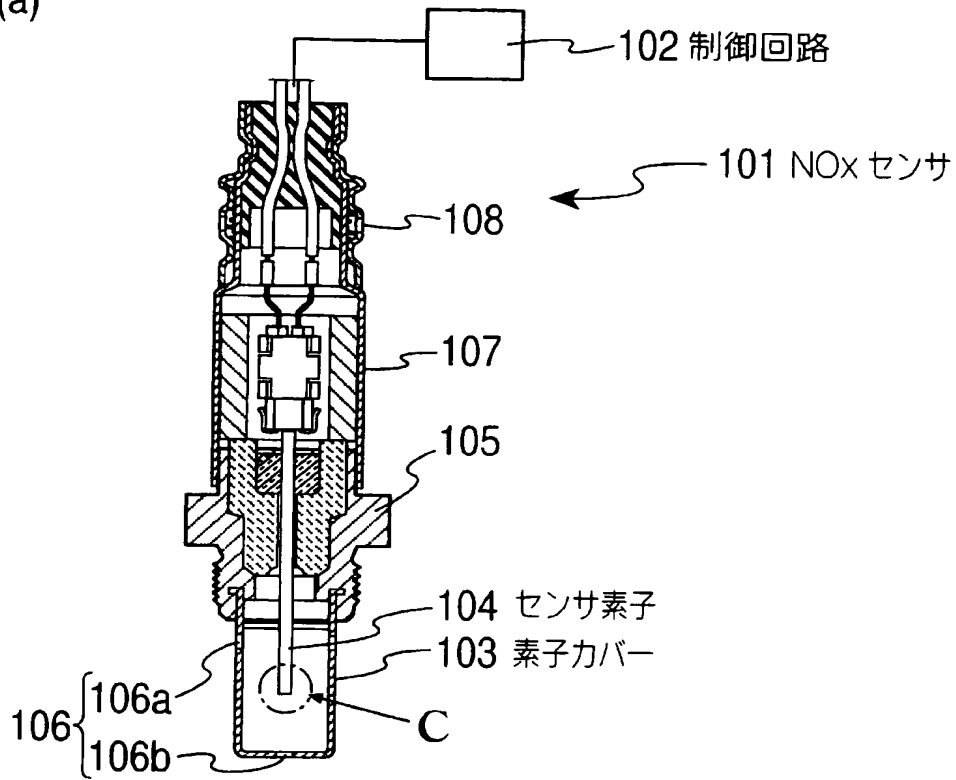
(d)

<底面>



【図 2】

(a)



101 NOx センサ

108

-107

105

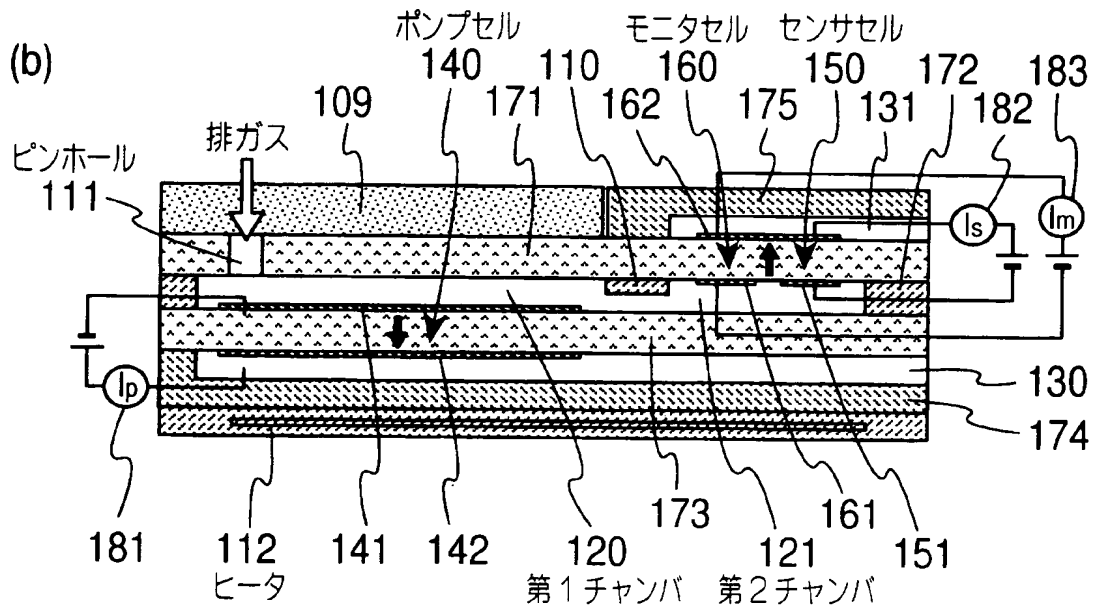
104 センサ素子

103 素子カバー

$$106 \begin{cases} 106a \\ 106b \end{cases}$$

C

(b)



モニタセル センサセル

ポンプセル

140

1

15

D

183

109

/

17-

11

62 \

17

ピンホール
111

排刀

—(s)

ln

130

174

181

112

14

142

12

no

121

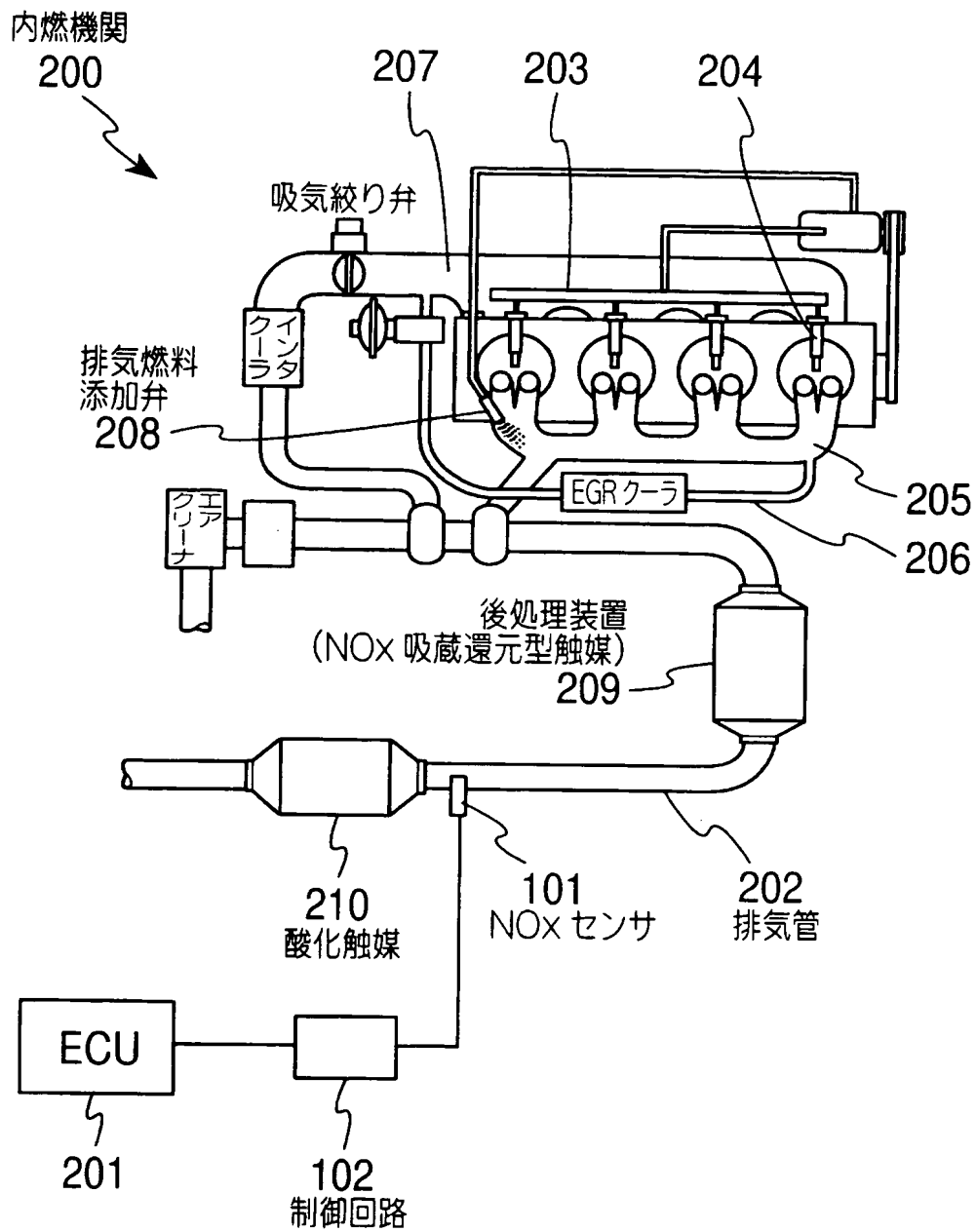
151

ヒータ

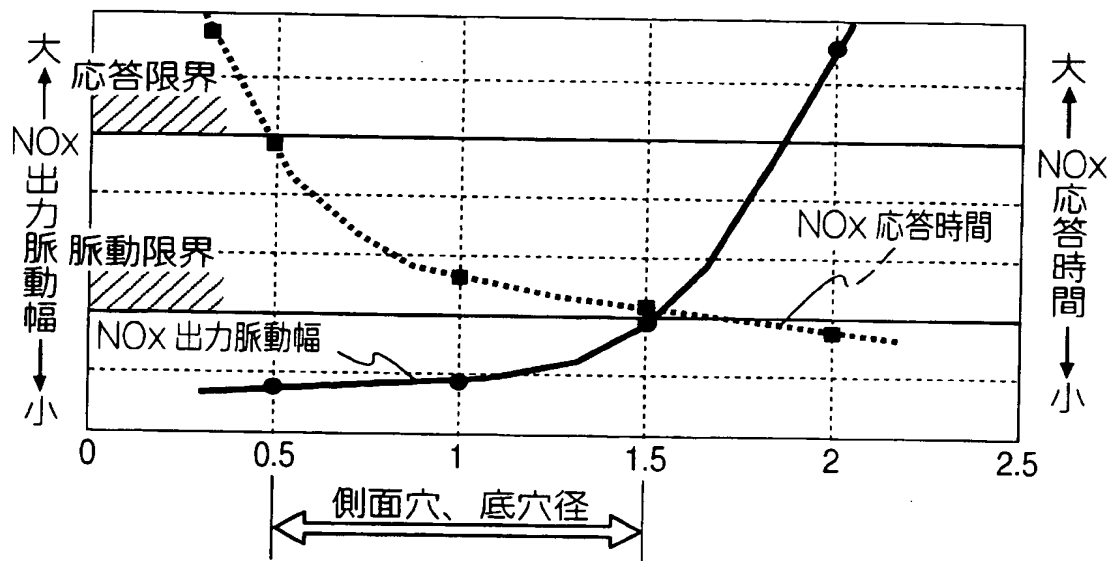
第1チャンバ

第2チャンバ

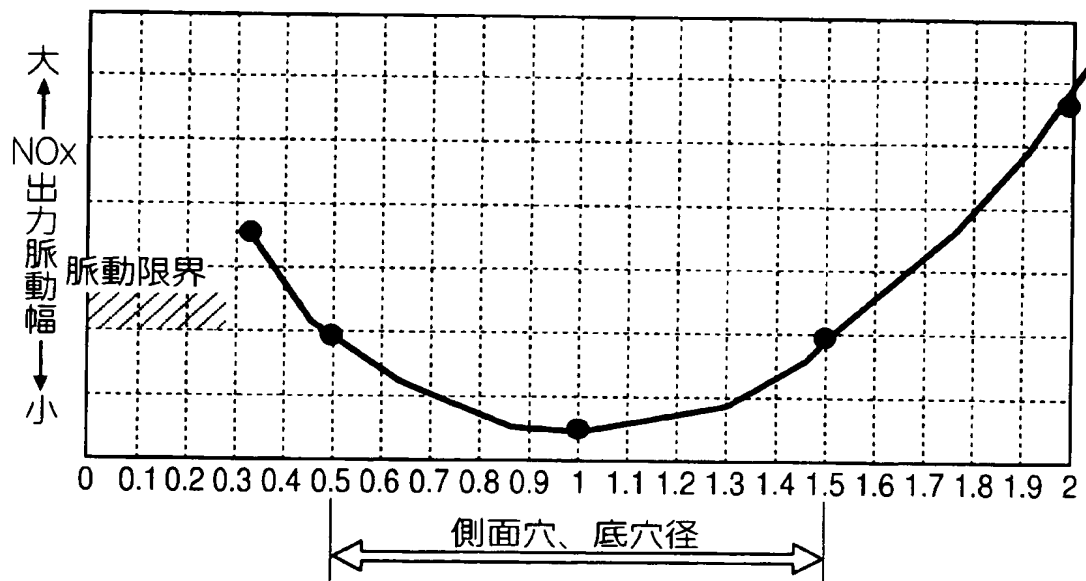
【図 3】



【図 4】

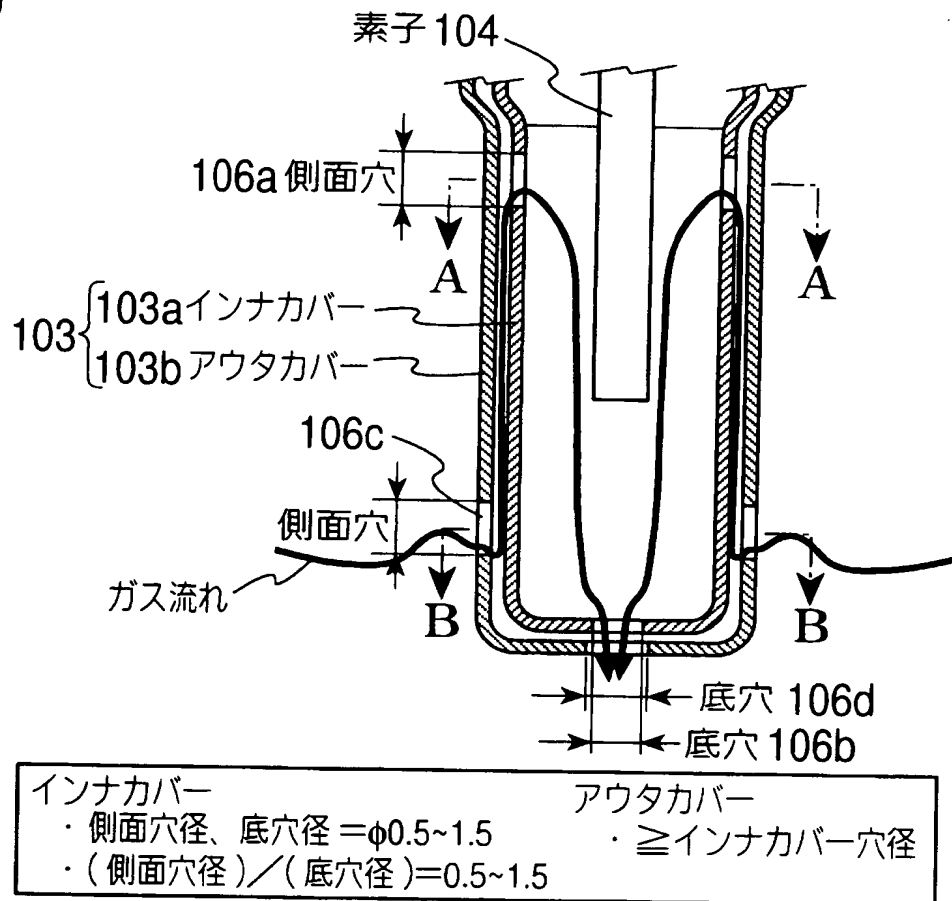


【図 5】

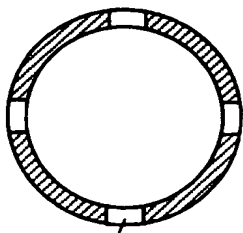


【図 6】

(a)

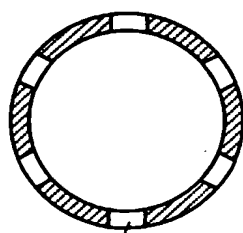


(b) <断面 A,B>

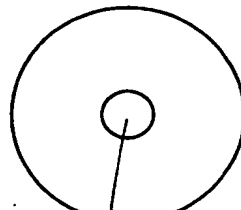


106a(106c)

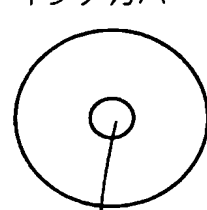
(c) <断面 A,B>



106a(106c)

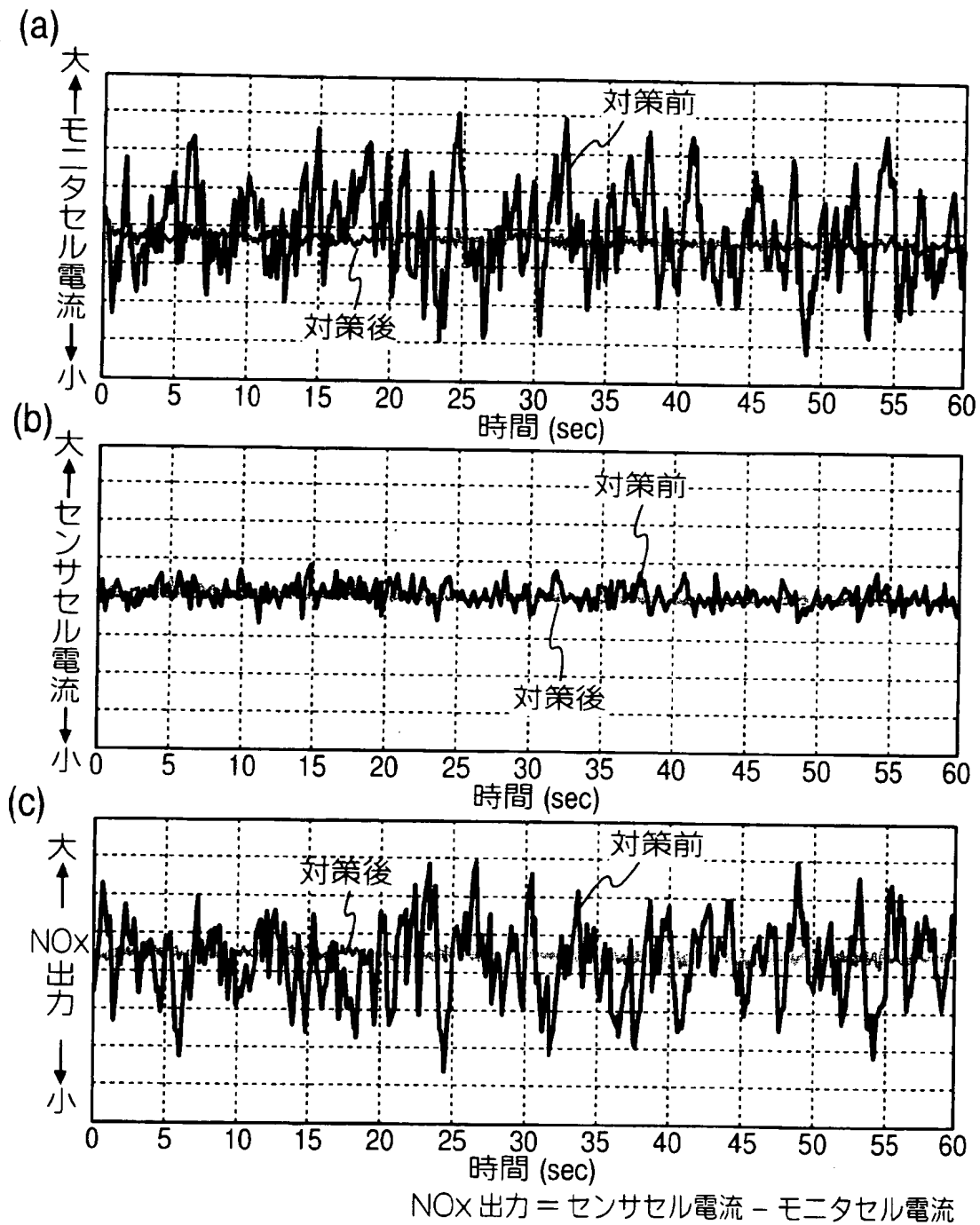
(d) <底面>
アウタカバー

106d

(e) <底面>
インナカバー

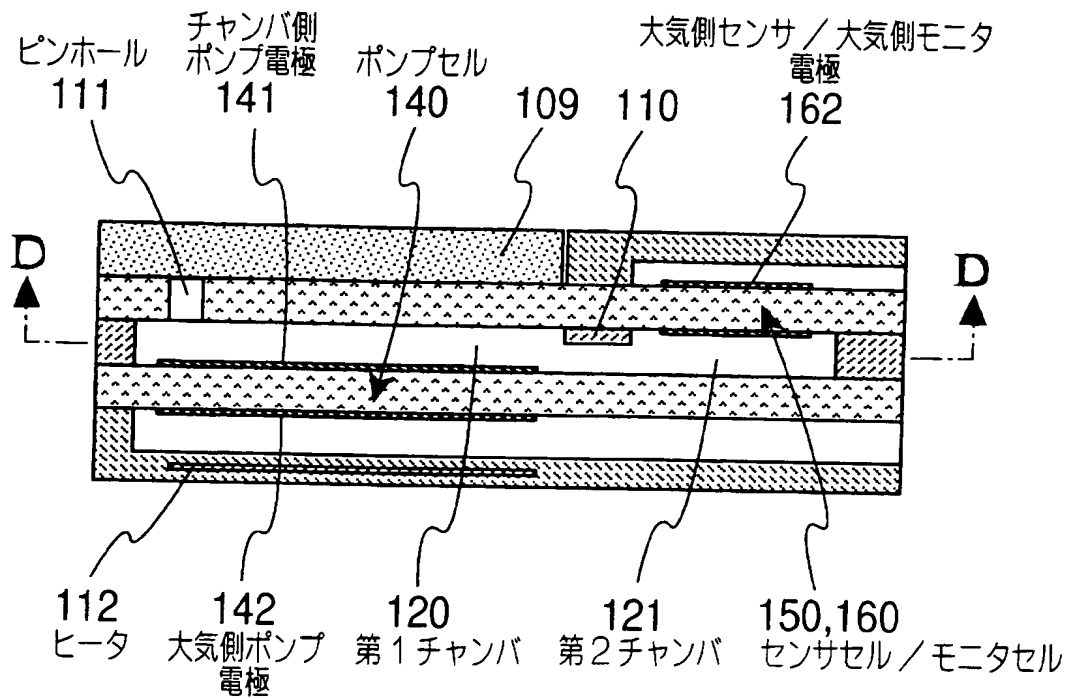
106b

【図 7】

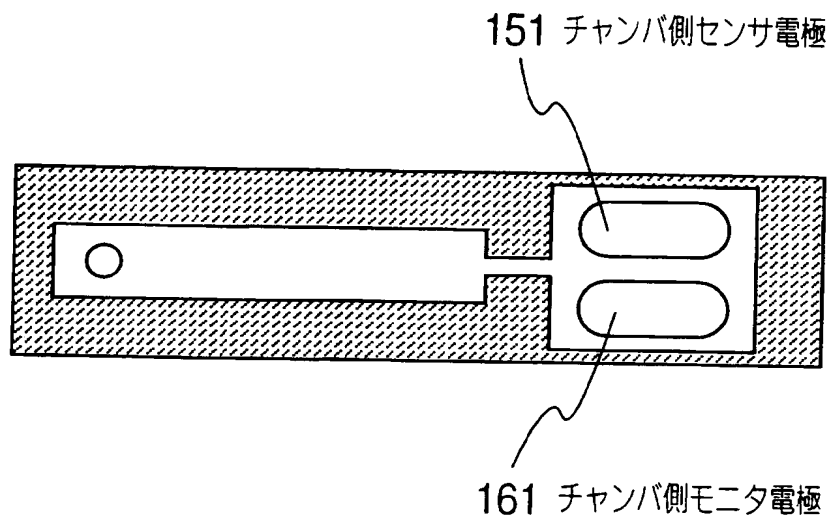


【図 8】

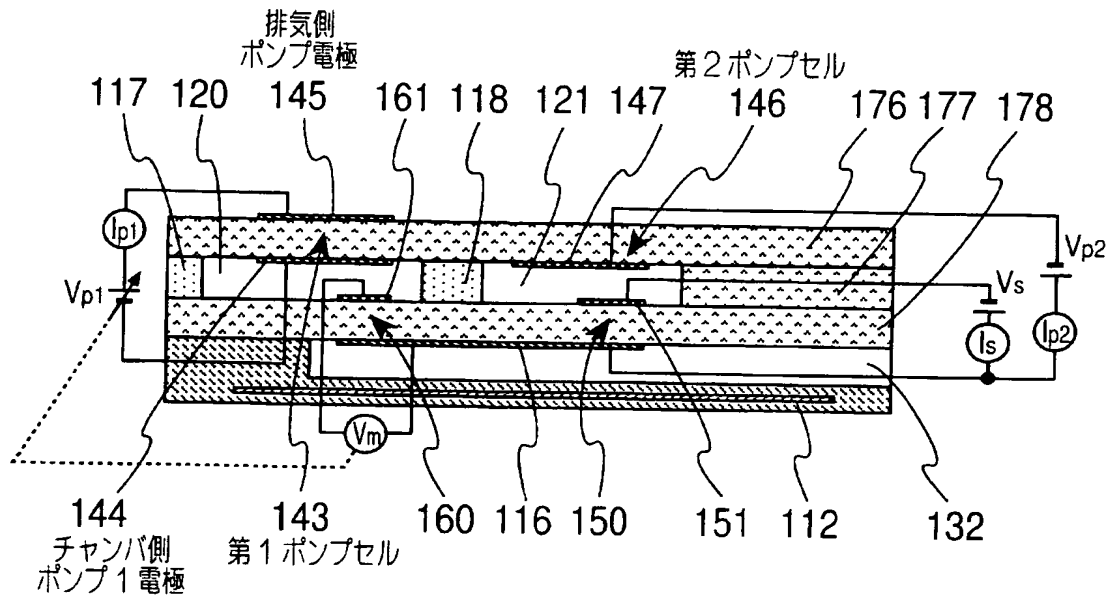
(a)



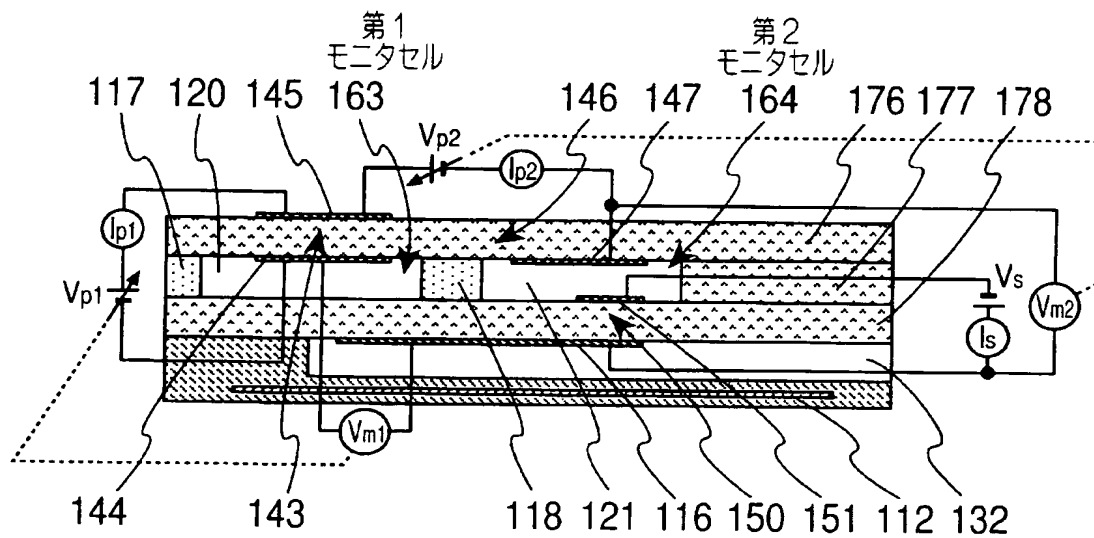
(b)



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電極材の違いによる出力ずれを抑制し、排ガス中の NO_x 等、被測定ガス中の特定ガス成分の検出を精度よく行うことのできるガス濃度検出装置を提供する。

【解決手段】 NO_x センサ101のセンサ素子104は、素子内に導入される NO_x および残留酸素を分解するセンサセル150と、残留酸素のみを分解するモニタセル160を有し、センサセル150とモニタセル160の電流出力差から NO_x 濃度を検出する。センサ素子104の先端部を保護する素子カバー103に、複数の側面穴106aと少なくとも1つの底穴106bを設け、これら穴径をそれぞれ $\phi 0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ とするとともに、側面穴径／底面穴径を $0.5 \sim 1.5$ として、素子カバー103内の流速変動を抑制し、センサセル150とモニタセル160の出力脈動を抑制して NO_x 出力を安定させる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 3 8 0 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー